



De la théorie à la carte: histoire des représentations géographiques de l'espace-temps

Anne Bretagnolle

► To cite this version:

Anne Bretagnolle. De la théorie à la carte: histoire des représentations géographiques de l'espace-temps. Volvey Anne. Echelles et temporalités, Atlande, pp.55-60, 2005, Clefs Concours: Géographie thématique. halshs-00156769

HAL Id: halshs-00156769

<https://shs.hal.science/halshs-00156769>

Submitted on 22 Jun 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DE LA THÉORIE A LA CARTE : HISTOIRE DES REPRÉSENTATIONS GÉOGRAPHIQUES DE L'ESPACE-TEMPS

Anne Bretagnolle (dernière version avant publication dans Volvey (dir.) 2005, *Echelles et temporalités*. Paris, Editions Atlande, Collection Clefs Concours, Géographie Thématique, pp. 55-60).

Résumé

Depuis le début du 19^{ème} siècle, les innovations dans les technologies de transport et d'information se sont succédées en imposant de nouvelles visions de l'espace, relativisé par les durées de déplacement. Certains penseurs imaginent de nouveaux procédés cartographiques pour rendre compte de ces évolutions, soit par des cartes à métrique temporelle (anamorphose unipolaire ou multipolaire) soit par des cartes en isolignes (les lignes exprimant des durées, des vitesses ou des accessibilités). Nous montrons ici que chacune de ces inventions repose non seulement sur des déterminants technologiques (innovations dans les transports, progrès de la cartographie automatique et de l'informatique) mais aussi sur des visions de plus en plus réalistes des effets de la contraction espace-temps, qui renforce les inégalités d'accès entre les lieux.

Introduction

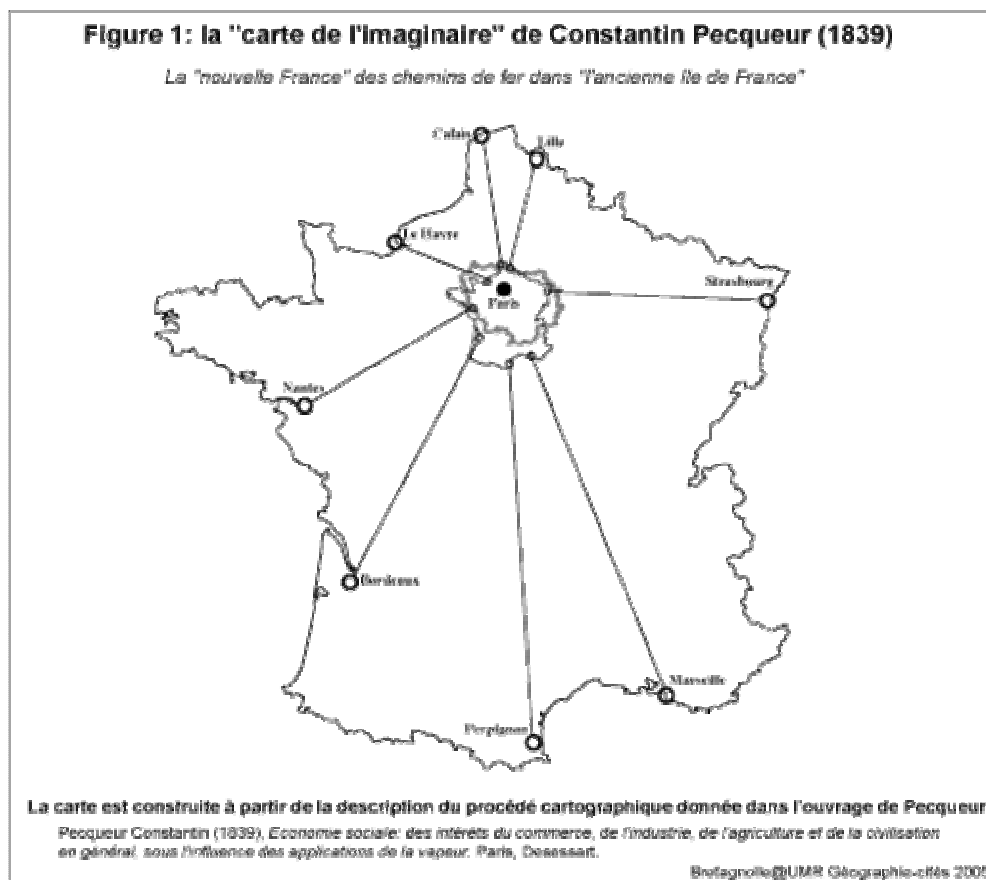
Si le concept d'espace-temps est formulé par les physiciens au tournant des 19^{ème} – 20^{ème} siècles, la révolution des transports impose dès les années 1830 de nouvelles visions d'un espace relativisé par les durées de déplacement. Tout au long de ces deux siècles, des ingénieurs et des géographes élaborent des théories pour rendre compte de l'accroissement spectaculaire des vitesses de déplacement et des déformations de l'espace qu'elles engendrent. Certains illustrent ces nouvelles conceptions par des cartes et témoignent de la difficulté d'intégrer la dimension temporelle dans les représentations de l'espace. Pourtant, les inventions qui se succèdent sans discontinuité font preuve d'une étonnante créativité, même si certains procédés, pour le moins surprenants, ont laissé peu de trace dans l'histoire de la cartographie (voir, par exemple, les cartes isotachiques de S. W. Boggs, dans Bretagnolle *et al.* [2005-3]). Au final, on peut repérer deux types de représentations des distances-temps. Dans les cartes à métrique temporelle, l'échelle est exprimée en durée de déplacement, au départ d'un lieu (anamorphose unipolaire) ou entre chaque couple de lieux (anamorphose multipolaire). Dans les cartes en isolignes, une représentation symbolique exprime le rapport au temps, par la superposition de lignes d'égal temps de transport, d'égale vitesse ou d'égale accessibilité. Notre propos est de replacer chacune de ces inventions dans leur contexte historique, marqué à la fois par des déterminants technologiques (vitesse des transports, techniques de traitement et de représentation cartographiques), mais aussi par les théories spatiales formulées par les inventeurs ou leurs contemporains sur l'évolution des rapports entre espace et temps, sur le devenir d'une articulation réinterrogée à chaque grande innovation dans les techniques de déplacement.

1. Choc ferroviaire et premières anamorphoses

Dès la première révolution des transports, qui multiplie par quatre la vitesse moyenne des transports, les géographes et ingénieurs réfléchissent à de nouveaux modes de représentations cartographiques, qui rendent compte de cette accélération et des nouvelles positions relatives des lieux.

L'anamorphose unipolaire des contours est vraisemblablement le procédé cartographique le plus ancien, car facile à mettre en œuvre avec des outils sommaires. Elle consiste à

représenter les dimensions successives d'un territoire (pays, continent, monde...) en le contractant de manière proportionnelle aux durées moyennes de déplacement. Un premier procédé, très simple, est décrit dès 1839 de manière littéraire par Constantin Pecqueur, économiste saint-simonien puis fouriériste [Bretagnolle *et al.*, 2005-1]. Ce dernier cherche à décrire une « carte de l'imaginaire », qui donnerait les dimensions de la « France des chemins de fer » par rapport à la « France des diligences et des chariots ». Pour cela, il calcule le rapport entre la vitesse moyenne de chacun de ces deux modes de transport, évalué approximativement à 6. Il trace ensuite des droites joignant Paris aux principales villes de province situées près des frontières, et il divise par 6 la longueur de chacune. Les points obtenus sont joints par une courbe, qui représente la dimension de la France à l'ère du chemin de fer, et qui correspond approximativement aux contours de l'Ile de France (Figure 1).



Le contenu informatif de ce type d'anamorphose est très pauvre : le rapport de réduction est calculé à partir d'une vitesse moyenne très grossière, donnée pour l'ensemble du territoire comme si le chemin de fer desservait uniformément chaque localité en France. L'espace se rétrécit dans son ensemble, à la manière d'une peau de chagrin. Le but de l'auteur, et de ceux qui emploieront ce procédé par la suite, est surtout de frapper l'imagination des contemporains en leur donnant la mesure du bouleversement opéré par l'invention de la machine à vapeur et son application à un moyen de transport terrestre, le chemin de fer.

Quelques années plus tard, l'ingénieur Emile Cheysson, chargé par le ministère des travaux publics de réaliser une série de cartes pour l'Album de Statistiques Graphiques, propose un procédé plus élaboré. Il se fonde cette fois sur les temps de transport réels entre Paris et chaque ville située en périphérie du territoire français, en reportant la distance proportionnelle aux temps de trajet à six dates différentes entre 1650 et 1887. L'effet de la contraction est

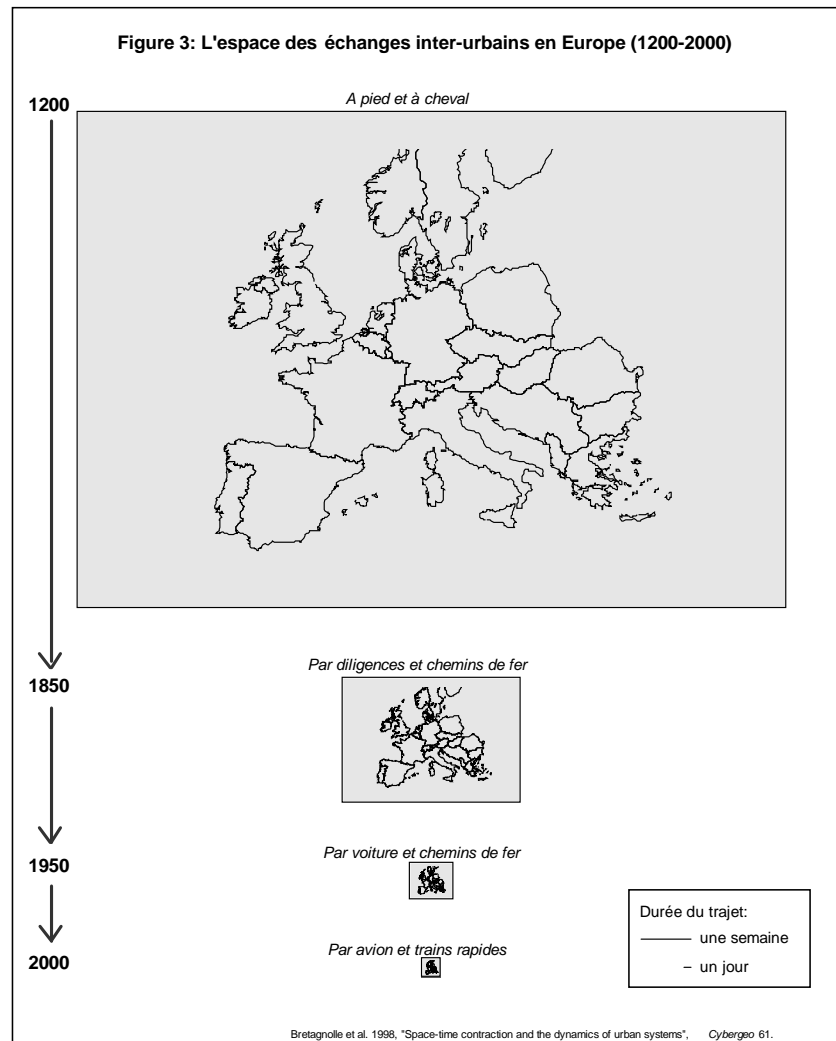
renforcé par des couleurs de plus en plus foncées à mesure que les cartes, emboîtées les unes dans les autres, diminuent en taille (l'image est reproduite dans Palsky [1996, p. 158]). Comme pour l'anamorphose précédente, le but de l'auteur est de « rendre sensible l'accélération des voyages en France » (voir E. Cheysson, in « Accélération des voyages en France », *Album de Statistique Graphique*, planche 8, Ministère des Travaux Publics, 1888). Mais l'information donnée par la représentation est plus riche que celle fournie par la précédente, puisqu'on observe l'accessibilité différentielle des villes et son évolution dans le temps. Ce procédé selon Cheysson, « respecte la vérité géographique à cause de l'inégalité de l'accélération suivant les diverses directions du territoire ». Ainsi, on observe facilement sur la carte la dilatation de la Bretagne, des Pyrénées et des Alpes à la fin du xviii^e siècle, alors que le nord-est et le littoral méditerranéen se contractent sous l'effet de l'accroissement de la vitesse postale.

Après ces travaux pionniers, les anamorphoses unipolaires des contours sont diffusées par les géographes pour rendre compte de leur vision de l'espace. Celle de Cheysson est republiée dans l'Album de Statistique graphique de 1906 avec des horaires de transport mis à jour, puis reconstruite par Jean Brunhes et Camille Vallaux en 1921 (in *La géographie de l'histoire, géographie de la paix et de la guerre sur terre et sur mer*, p. 10). Ces derniers la commentent en évoquant la « transformation de la figure réelle de la France », la modification des « valeurs relatives de la position » des lieux. La forme des contours de la France en 1854 est particulièrement frappante et donne la mesure des effets d'un programme d'aménagement par les réseaux de transport rapides : les premières lignes ferroviaires sont tracées selon le plan en étoile proposé par l'ingénieur Legrand et adopté en 1842, en évitant la Bretagne (Brest, sur la carte) et le sud-est (Nice), qui présentent une forme démesurément allongée par rapport aux autres parties de la France (Figure 2).

Figure 2 : anamorphose unipolaire de la France (Brunhes et Vallaux, 1921)



En 1910, Jean Brunhes (in *La géographie humaine*) évoquait la distance comme « l'obstacle à vaincre, l'obstacle qui se mesure en temps », et, en 1911, Camille Vallaux (in *Le sol et l'Etat*) soulignait aussi qu'« au point de vue de la géographie humaine, l'espace pur n'est que du temps [...] et qu'en matière de relations économiques, l'espace n'a d'autre poids que celui de la distance qu'il représente et du temps nécessaire pour la parcourir ». L'invention de l'avion, et plus particulièrement des avions à réacteur qui permettent des gains de vitesse considérables dans les années soixante, s'accompagne d'une nouvelle vague d'anamorphoses unipolaires des contours, construites cette fois à l'échelle du monde (Figure 3).



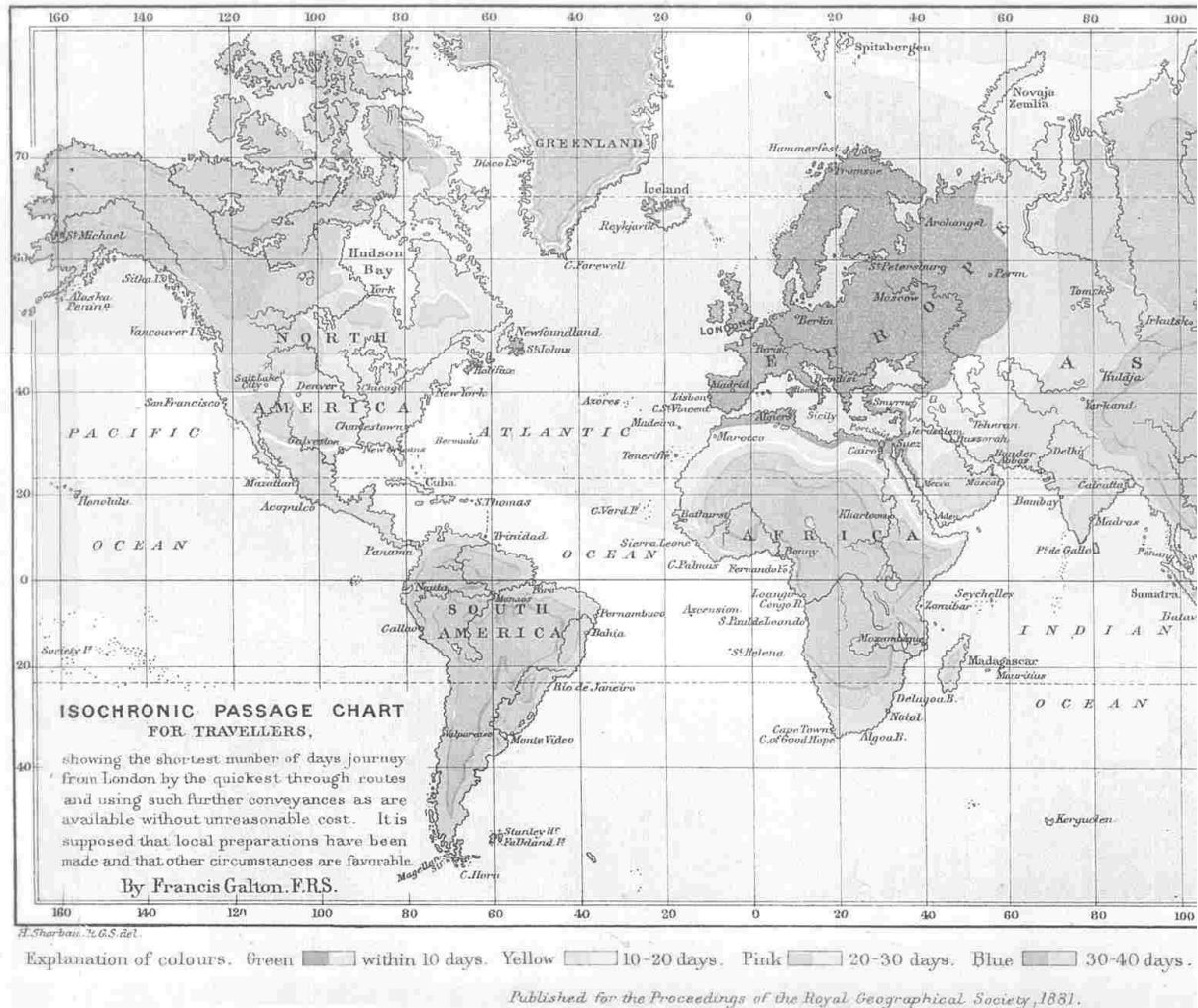
En témoigne celle de Peter Dicken, géographe anglais connu pour ses nombreux ouvrages sur la globalisation, publiée pour la première fois en 1986. Le géographe anglais David Harvey la reprendra dans son ouvrage *The condition of postmodernity* (1989, p. 241) pour illustrer son chapitre consacré à la « compression de l'espace-temps ».

2. Des isochrones pour préciser le contour des objets géographiques

Trois types de cartes en isochrones sont successivement élaborés, chacun en relation avec la diffusion d'un nouveau mode de transport. Le premier, dont l'invention se situe dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, correspond au développement des transports à longue distance, par train et bateau à vapeur. Dès les années 1860, le britannique Francis Galton réfléchit à un nouveau procédé pour évaluer la durée des voyages maritimes et océaniques. Explorateur connu pour avoir voyagé en Afrique et rédigé en 1855 un ouvrage sur l'*Art du voyage*, météorologue à l'origine des cartes en isobares publiées quotidiennement dans le Times à partir de 1875, il s'intéresse dès 1866 à la question de la distance-temps et de l'évaluation de la durée des traversées maritimes. Partant de l'observation selon laquelle « la ligne la plus directe entre deux points de l'océan est rarement la route la plus rapide pour les bateaux de commerce », il propose un procédé pour calculer le nombre de miles franchis en une heure par un bateau en tenant compte de la direction et de la force des vents qui interviennent tout au long de la traversée de l'Atlantique, au moyen d'une « carte de passage » (*passage chart*). En 1881, il présente à la Société Royale de Géographie ce qui semble être la

première carte en isochrones. Il s'agit d'une « carte de passage » destinée aux voyageurs, représentant la durée de trajets au départ de Londres réparties en 5 classes (moins de 10 jours, 10 à 20 jours, etc.). La lecture de la carte est facilitée par la couleur attribuée à chacune des classes (Figure 4, reproduction partielle en noir et blanc d'un document en couleur).

Figure 4 : Extrait de la carte en isochrones au départ de Londres (Galton 1881)

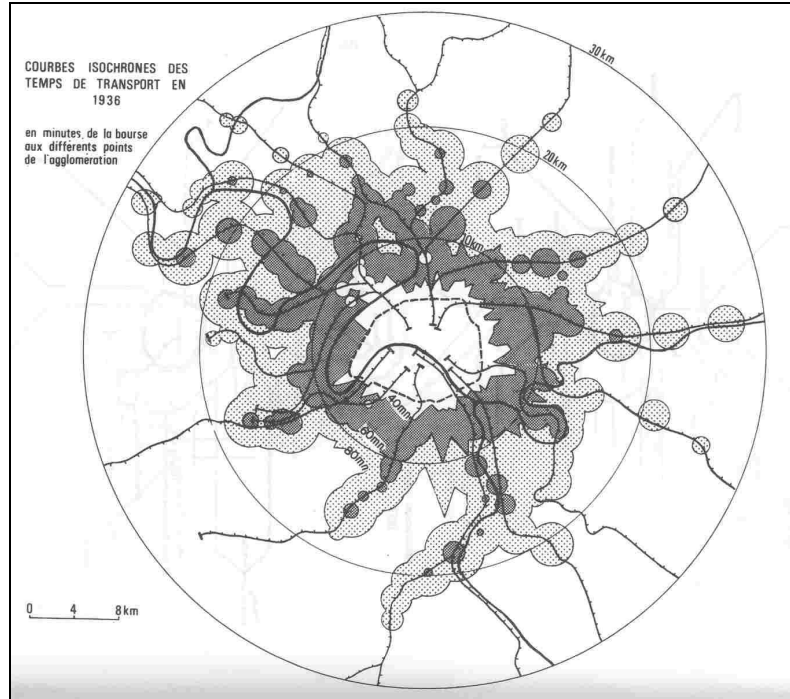


Galton précise que ses calculs sont assez grossiers, car ils reposent non seulement sur des horaires de transport mais aussi sur des récits d'expériences de voyage. Il propose d'élargir cette expérience en construisant de nouvelles cartes « à l'usage des touristes », terme un peu restrictif compte tenu du développement massif des migrations vers les États-Unis et de l'accroissement des échanges avec les colonies africaines et indiennes (in « On the construction of isochronic Passage-Charts », in *Proceedings on the Royal Geographical Society and Monthly Records of geography*, London, vol. III). La carte en isochrones au départ de Berlin, publiée quelques années plus tard par le cartographe allemand Max Eckert (in « Eine Neue Isochronenkarte der Erde », in *Petermann's Geographische Mitteilungen*, LV, 1909, p. 209-216, p. 256-263), témoigne de cet intérêt croissant pour les espaces lointains. Cette carte est reproduite dans la thèse de W. Tobler (*Map transformations of geographic space*, 1961, p. 64), en ligne sur Internet (www.geog.ucsb.edu). En 1921, Jean Brunhes et Camille Vallaux construisent la carte des temps de transport au départ de Londres

selon les horaires de 1906, et s'en servent pour illustrer leurs propos sur le développement des États coloniaux.

Au début du 20^{ème} siècle, un deuxième type de cartes en isochrones est utilisé cette fois à l'échelle locale, pour décrire les effets de la diffusion des transports ferroviaires de banlieue. Si Élisée Reclus notait déjà en 1895 la « déconcentration » de Londres vers les zones rurales environnantes desservies par des gares, le phénomène s'amplifie dans les années suivantes et brouille les limites entre la ville et la campagne. Plusieurs géographes réfléchissent à de nouveaux procédés pour délimiter le contour des grandes agglomérations. Une approche fondée sur l'étude du budget-temps des navetteurs est proposée et consiste à évaluer la portée maximale des trajets pouvant être raisonnablement effectués dans le cadre d'une journée de 24 heures. Le géographe et sociologue Patrick Geddes (1915, cité dans Bretagnolle *et al.* [2005-2]) suggère l'isochrone d'une heure pour délimiter les villes « modernes » nées de l'industrialisation et des chemins de fer, qu'il désigne sous le terme de « conurbation ». Comme il l'observe lui-même à propos des villes anglaises, il est désormais impossible de se fonder sur le seul critère d'agrégation du bâti pour discerner les limites entre deux villes. Cette limite d'une heure est aussi choisie par le géographe viennois Hugo Hassinger, spécialiste des formes urbaines et de leur évolution historique. Ce dernier publie en 1910 une carte de Vienne (« Beiträge zur Siedlungs- und Verkehrsgeographie von Wien », in *Mitteilungen der K.K. Geographischen Gesellschaft*, 53, p. 3-88), dans laquelle figurent deux séries d'informations. La première représente, dans un rayon d'environ 20 km autour du centre-ville, le bâti et les voies de communications (fleuve et rivières, routes et chemins de fer). La seconde superpose à ce substrat topographique deux courbes, l'une délimitant les localités atteintes en moins de 40 minutes à partir du centre, l'autre, celles atteintes en moins de 60 minutes. Le résultat est spectaculaire. Tout d'abord la zone de bâti continu est effectivement circonscrite dans l'isochrone d'une heure (Christaller [1933] soulignera la portée de ce résultat obtenu de manière empirique). Mais surtout, la carte révèle des formes urbaines inédites. Le contour de la ville suit un dessin tortueux, au gré des routes et des gares qui projettent des tentacules urbanisés au cœur des campagnes environnantes. Si ce type de déformations de l'espace par les temps de transport avait déjà été mis en évidence par Von Thünen en 1826, plus originale est la présence d'un chapelet de cercles aux confins de la zone de bâti continu, centré chacun sur une gare, évoquant déjà l'idée d'une ville discontinue et éclatée dans l'espace. Quelques années plus tard, L. Bonnier, architecte et inspecteur général à la Préfecture de la Seine, propose une carte en isochrones de l'agglomération parisienne, construite selon les mêmes principes, et qui sera reprise à plusieurs reprises (Figure 5, publiée aussi dans Claval, *La logique des villes*, 1981, p. 206).

Figure 5 : Carte en isochrones de Paris en 1936, extraite de F. Beaucire 1988



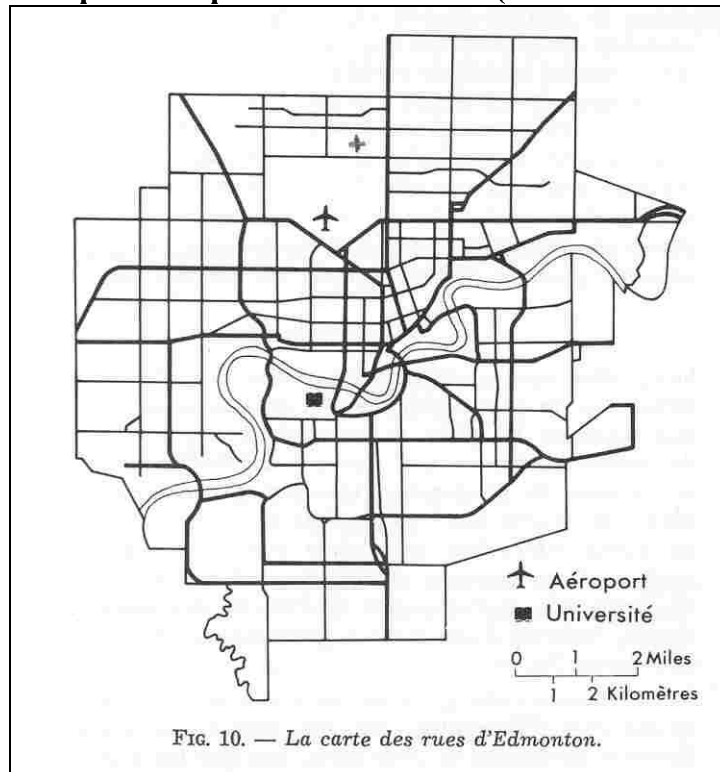
Un troisième type de cartes en isochrones apparaît dans les années vingt, au moment de la diffusion massive des chemins de fer régionaux. Ces cartes ont généralement pour objet de délimiter les contours des aires d'influence régionale des villes, en partant du même principe que pour la délimitation des agglomérations, c'est à dire des budget-temps accordés aux trajets. Certaines visent aussi à évaluer les effets de l'élargissement des aires d'influence, notamment le court-circuitage des centres régionaux de petite taille, moins bien desservis par les transports rapides. Le géographe anglais Robert E. Dickinson propose dès 1929 une méthode combinant les temps de transport ferroviaires et la fréquence des trajets, au moyen d'un indicateur d'« efficacité » qu'il utilise ensuite pour délimiter les aires d'influence de Leeds et de Bradford [Bretagnolle *et al.*, 2005-3]. Sensible au devenir des bourgs-marchés court-circuités par l'apparition des transports rapides, il construit un autre type de cartes montrant la superposition dans certaines régions de l'Angleterre des aires de marché, évaluées en un certain nombre de miles pouvant être effectués facilement dans la journée. Quelques années plus tard, Walter Christaller [1933] énonce à plusieurs reprises l'importance des distances relatives et décrit le processus de sélection (*selection process*) s'opérant entre les villes par court-circuitage. Les géographes français Georges Chabot puis Étienne Juillard développeront à leur tour une série de travaux sur l'armature urbaine de la France, en proposant notamment d'établir des cartes en isolignes pour délimiter les aires d'influence des villes. Le premier présente deux cartes des temps de transport au départ de Dijon, en 1945 (in *La Bourgogne*, p. 211) et en 1954 (in « L'armature urbaine en géographie régionale », in *Urbanisme et architecture*, p. 72), et construit une carte des aires d'influence des grandes villes française en 1961 (in *Mémoires et documents*, tome VIII, 1961). Il propose en outre une typologie des déplacements en fonction des budgets-temps des résidents, avec une « zone de migration alternante » (trajet d'une demi-heure), une « zone de voisinage » (trajet d'une heure) et une « zone régionale » (trajet de 2 heures). En 1970, E. Juillard lance une série d'études régionales, en suggérant notamment de dresser des cartes de la trame pré-industrielle des villes à partir des isochrones de 2 heures (in « L'armature urbaine de la France pré-industrielle : pour une carte du réseau urbain et de l'organisation régionale à la veille de

l'établissement du réseau ferré », in *Bulletin de la Faculté des Lettres de Strasbourg*, mars 1970, n°6, p. 299-307), dont une sera effectivement construite pour le sud-ouest par l'un de ses étudiants (voir Claverie J.-C, « Les cadres spatiaux de la vie de relation dans le sud-ouest de la France durant la première moitié du xix^e siècle », in *Revue géographique de l'Est*, 3, 1973, p. 345).

Effets tunnels et froissements de l'espace

A partir des années cinquante, les travaux portant sur l'espace relatif prennent de plus en plus d'ampleur. Les moyens de communication sont plus variés (diffusion de l'automobile, développement des transports aériens et ferroviaires à très grande vitesse, invention des techniques liées à l'informatique) et introduisent de plus en plus d'hétérogénéité dans les positions relatives des lieux [voir Bretagnolle in Pumain et Mattéi, 2003]. Cette différenciation des vitesses s'accompagne d'une réduction du nombre de noeuds desservis par les transports les plus rapides, donnant une vision de tunnels et d'archipels, d'un espace disloqué fait de froissements et de discontinuités : entre deux noeuds reliés par le TGV, il se produit un raccourcissement de l'espace-temps, mais les relations avec les autres points de l'espace restent inchangées ; les transports rapides entraînent ainsi « la formation d'un nouveau relief, de nouveaux bassins versants qui font confluer les individus vers ces lieux d'accès aux nouveaux moyens de transport rapide » [Plassard, 2003]. Les techniques cartographiques sont à nouveau mobilisées pour rendre compte de ces changements. W. Tobler consacre sa thèse dès 1961 aux « transformations cartographiques de l'espace géographique » et propose une mise au point théorique des concepts de distance et de métrique. À l'échelle des déplacements effectués par l'individu dans le cadre de la journée, T. Hägerstrand innove dans ces mêmes années en construisant des graphiques spatio-temporels, et D. Janelle élabore des graphiques de convergence espace-temps, montrant de manière très explicite la réduction drastique des temps de transport entre deux villes dans les deux derniers siècles [Bretagnolle *et al.*, 2005-3]. De ces travaux pionniers émergeront un nouveau type de cartes dans les années soixante-dix quatre-vingt, représentant l'espace fonctionnel formé par les réseaux de transport. Cet espace est construit à partir de méthodes statistiques de comparaison entre la localisation réelle des points et leur localisation nouvelle selon les temps d'accès. Une première innovation réside dans la prise en compte d'une information extrêmement détaillée sur les temps de transport. Dans l'exemple de la ville d'Edmonton (Alberta), choisie par Jean-Claude Muller pour illustrer ce qui constitue l'une des premières représentations cartographiques d'un espace fonctionnel (Figure 6), le territoire est découpé en 234 mailles, caractérisées par « le temps requis minimum qu'il faut mettre en voiture pour atteindre n'importe quelle zone à partir de n'importe quelle autre ». Ces distances-temps sont intégrées dans une matrice de 234 lignes sur 234 colonnes, dont la taille (près de 55000 cases) révèle l'importance du saut quantitatif et qualitatif apporté par les méthodes de traitement automatique.

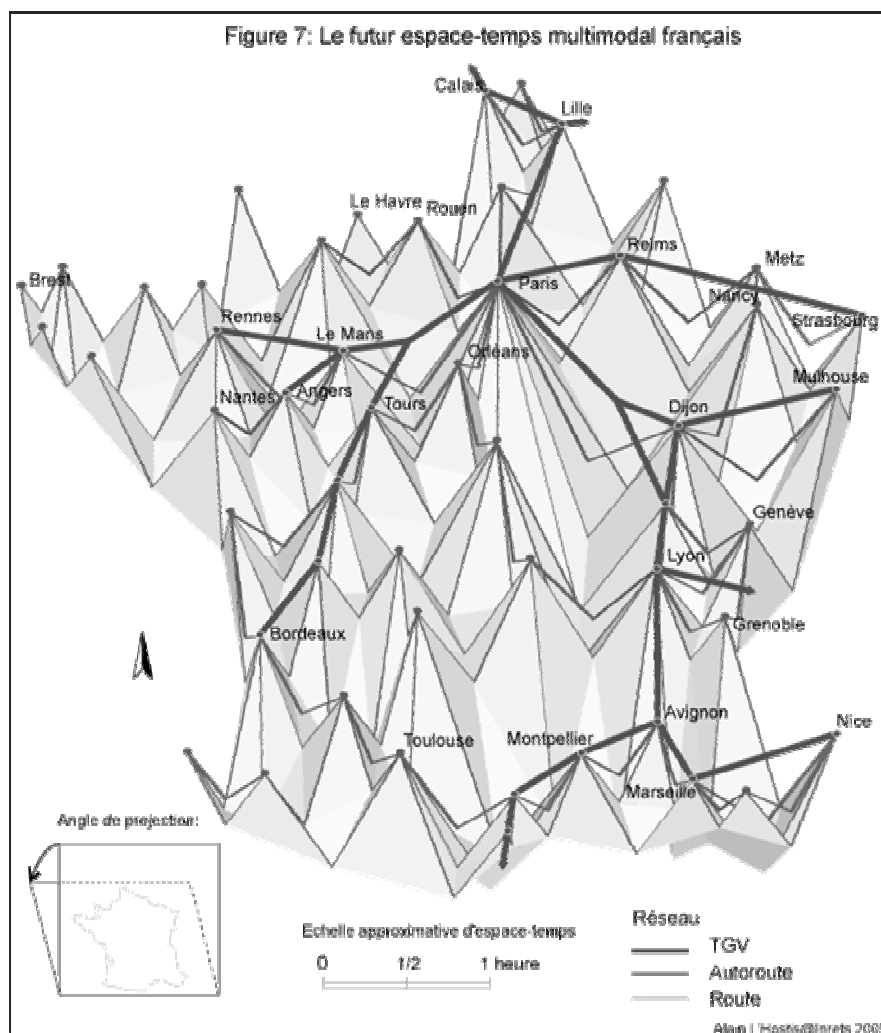
Figure 6 : Anamorphose unipolaire d'Edmonton (extraite de Muller J.-C., 1979)



Différents types de transformations sont ensuite proposées par les auteurs, en anamorphose unipolaire (Muller, Cauvin [2005]) ou multipolaire [Cauvin *et al.*, 1986] : régression bi-dimensionnelle de Tobler –développée notamment par C. Cauvin, à partir de 1984, au Laboratoire Images et Villes de Strasbourg–, transformations topologiques de K. Spiekermann et M. Wegener. Les anamorphoses donnent une vision simple et rapide des distorsions introduites par les modes de transport, à la fois par la contraction ou la dilatation des mailles, mais aussi par leur déplacement dans l'espace de la carte. Par exemple, dans le cas d'Edmonton, la comparaison de la configuration réelle des lieux et de la carte en anamorphose révèle les déformations introduites par le réseau de transport (par voiture, au départ du lieu indiqué par une croix au nord de la ville). On observe ainsi « l'effet de barrière de l'aéroport et de la rivière sur la circulation routière de direction nord-sud ». L'aéroport et le centre-ville, où la circulation est difficile, ont pour effet d'agrandir la partie nord d'Edmonton et de rejeter la rivière vers le sud.

Plus récemment, la technique des cartes en relief, initiée au Laboratoire du Cesa de Tours, dans l'équipe de P. Mattis, notamment par A. L'Hostis, a permis de mettre l'accent sur les différences d'accessibilité introduites par les réseaux rapides, inégalement répartis dans l'espace. Dans le cas des villes françaises (figure 7), la carte représente les temps de liaison par TGV, autoroute et route, avec des lignes droites pour les liens les plus rapides (TGV), et des lignes brisées pour de liaisons plus lentes (autoroute, route), disposés en creux et en relief. Cette carte met en évidence à la fois le caractère discontinu de l'accessibilité ferroviaire (seuls les sommets de certains pics sont reliés au réseau TGV), mais aussi les froissements ou pliages de l'espace engendrés par la dualité des vitesses. Ainsi, pour aller de Tours à Lyon, l'axiome de Galton selon lequel la distance la plus courte n'est pas forcément la ligne droite trouve ici une illustration. En passant par le Massif central, on doit franchir successivement les lignes brisées de deux « pics d'espace-temps » créés par l'absence de TGV ou d'autoroute,

alors qu'en passant par Paris on suit des lignes droites sur l'ensemble du trajet [L'Hostis, 2000].



Conclusion

Les cartographies d'espaces fonctionnels illustrent la difficulté croissante de représenter des phénomènes selon une échelle temporelle. Les gains de vitesse dans les transports s'effectuant au prix d'une sélection drastique des noeuds desservis, les différences d'accessibilité des lieux sont de plus en plus importantes et, partant, de plus en plus difficiles à rendre sur une carte. À cette complexification de l'espace de relations s'ajoute une sophistication accrue des techniques de traitement et de représentation de l'information, qui rend désormais impossible la réalisation de telles cartes par les chercheurs eux-mêmes, sauf s'ils font partie de laboratoires spécialisés en cartographie. L'examen des contextes historiques des inventions montre cependant que la fonction de la carte n'est pas tant de servir d'outil d'analyse que d'attirer l'attention des contemporains sur des phénomènes inédits. À ce titre, les cartes en espace-temps révéleront peut-être de nouvelles surprises, en permettant par exemple d'avoir une meilleure représentation de l'espace d'interaction construit par l'utilisation de plus en plus massive du réseau Internet.

Références :

- Beaucire F. (1988), « Les transports collectifs devant l'extension des banlieues et l'essor de la mobilité citadine », in Fourcaut A. (dir.), *Un siècle de banlieue parisienne (1859-1964)*, Paris, L'Harmattan, Villes et Entreprises.
- Bonnier L. (1919), « Cartes isochrones de l'agglomération parisienne ». *La Vie urbaine*, 3, p. 245-250.
- Bretagnolle A. (2003), « Vitesse et processus de sélection hiérarchique dans le système des villes françaises », in Pumain D., Mattéi F. (eds.), *Données urbaines*, tome 4. Paris, Anthropos, Economica.
- Bretagnolle A., Robic M.-C (2005), « Révolution des technologies de communication et représentations du monde », -1 : « Monde-point et monde difforme », -2 : « Du petit monde au monde sans échelles », -3 : « Au risque de l'expérimentation », in *L'Information Géographique*, n°2 et 3.
- Brunhes J. (1910), *La géographie humaine*. Paris, Alcan.
- Brunhes J., Vallaux C. (1921), *La géographie de l'histoire, géographie de la paix et de la guerre sur terre et sur mer*. Paris, Alcan.
- Cauvin C. (2005), « Une approche systémique de l'accessibilité. Une méthodologie développée à Strasbourg : 1982-2002 », in *Cybergeo*, n°311.
- Cauvin C., Reymond H. (1986), *Nouvelles méthodes en cartographie*. Montpellier, GIP Reclus, Collection Reclus modes d'emploi.
- Chabot G. (1945), *La Bourgogne*. Paris, Armand Colin.
- Christaller W. (1933), *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, Jena, Fischer, traduit en 1966 par Baskin C. W. sous le titre *Central Places in Southern Germany*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Claverie J.-C. (1973), « Les cadres spatiaux de la vie de relation dans le sud-ouest de la France durant la première moitié du XIX^e siècle ». *Revue géographique de l'Est*, 3.
- Dickinson R. E. (1929), « The regional functions and zones of influence of Leeds and Bradford ». *Geography*, 15, p. 548-557.
- Eckert M. (1909), "Eine Neue Isochronenkarte der Erde". *Petermann's Geographische Mitteilungen*, LV, 209-216, 256-263.
- Galton F. (1866), "On the conversion of Wind-charts into Passage-Charts". *Philosophical Magazine*, 32, 345-9.
- Galton F. (1881), "On the construction of isochronic Passage-Charts". *Proceedings on the Royal Geographical Society and Monthly Records of geography*, London, vol. III.
- Geddes P. (1915), *Cities in evolution*. Londres, William & Norgate LTD (réédition 1949, tr.fr., Paris, éditions Temenos, sd).
- Harvey D. W. (1989), *The condition of postmodernity: an enquiry into the origins of cultural change*. Basil Blackwell.
- Hassinger H. (1910), « Beiträge zur Siedlungs- und Verkehrsgeographie von Wien ». *Mitteilungen der K.K. Geographischen Gesellschaft*, 53, p. 3-88.
- Janelle D. J. (1968), « Central Place Development in a time-space framework ». *The Professional Geographer*, XX, p. 5-10.
- Juillard E. (1970), « L'armature urbaine de la France pré-industrielle: pour une carte du réseau urbain et de l'organisation régionale à la veille de l'établissement du réseau ferré ». *Bulletin de la Faculté des Lettres de Strasbourg*, mars, n°6.
- L'Hostis A. (2000), « Pratiques multimodales du transport des voyageurs », in Atlas de France, volume 11 : *Transport et énergie*, Reclus/La Documentation Française.
- Muller J.-C. (1979), « La cartographie d'une métrique non euclidienne : les distances-temps ». *L'Espace Géographique*, n°3.

Palsky G. (1996), *Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative française au XIX^e siècle*. Paris, Éditions du CTHS.

Pecqueur C. (1839), *Économie sociale : des intérêts du commerce, de l'industrie, de l'agriculture et de la civilisation en général, sous l'influence des applications de la vapeur*, tomes 1 et 2. Paris.

Plassard F. (2003), « Introduction à l'analyse des transports », en ligne sur internet : perso.wanadoo.fr/site-plassard.

Spiekermann K. et Wegener M. (1993), "New time-space maps of Europe". Premières rencontres de Théoquant, Université de Franche-Comté, Besançon.

Tobler W. (1961), *Map transformations of geographic space*. Thèse de philosophie, Université de Washington (en ligne sur internet).

Tobler W. (1977), *Bidimensional regression : a computer program*. University of Santa Barbara, poly.

Vallaux C. (1911), *Le sol et l'Etat*. Paris, Doin.